

机械工人活叶学习材料



制 图

MECHANICAL WORKER LEAFLET STUDY MATERIAL

16

怎样画机械立体草图

盛庆椿编著

机械工业出版社

內容提要 这本小册子主要介绍机械的立体草图的繪制方法。它是从机械工人的实际需要出发，介绍繪制立体草图的基本技巧，阴影的描繪方法，画机械零件的立体草图的具体步骤，以及练习的途径。另外，还介绍了画立体装配图的方法，并且推荐一些簡便的示意立体图来画具有重复輪廓的机械元件。

本书可供四、五級机械工人閱讀。

怎样画机械立体草图

盛庆椿 編著

*

机械工业出版社出版（北京苏州胡同 141 号）

（北京市书刊出版业营业许可証出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印張 $1 \frac{3}{8}$ · 字数 31 千字

1965 年 2 月北京第一版 · 1965 年 2 月北京第一次印刷

印数 00,001—45,000 · 定价（科二）0.14 元

*

統一书号：T15033 · 3676

目 次

一 机械立体图有什么用处	1
二 立体图的轴线和基面	4
三 画立体草图的基本技巧	8
1 作图过程中应注意下列各点(9)——2 练习画直线(9)——3 练习等分线段(9)——4 练习画圆、椭圆和圆弧(11)——5 练习等分圆弧(11)——6 练习画常用角度(11)——7 练习等分角度(12)——8 练习画轴测投影轴(13)——9 练习画方柱体的立体草图(13)——10 练习画圆柱体的立体草图(15)	
四 怎样使图形更富有立体感	19
1 为什么要画阴影线(19)——2 光线照射的方向以及阴影线的类型(20)——3 几种简单几何体表面的阴影线画法(21)	
五 怎样画机械零件的立体草图	22
1 两种作图方法(22)——2 选择哪种轴线位置(26)——3 怎样练习画立体草图(28)	
六 怎样画装配体的立体草图	34
1 画装配体的立体草图的步骤(34)——2 练习画立体装配图的途径(34)——3 几种常见零件的示意立体图(38)	
附录	42

一 机械立体图有什么用处

我国工人阶级具有无穷的智慧，在技术革新、技术革命运动中創造了许多新机器，改进了许多旧机器。可惜的是，有些机械工人虽然开动了脑筋，也找出了窍门，但是却因为不善于把自己的技术思想用图样清楚地表达出来，因而也就无法证实自己的合理化建议是否有实现的可能，和进一步吸取大伙的意见使它更加完善。

图样是工程技术上的语言，不用图样，怎么比划也说不清一个机构的确切的形状、尺寸、结构和动作。

譬如說，我們脑子里已經构思了一个柱塞泵的机构（参見图1），它的泵体是个什么外形、进水瓣安在哪里、排水瓣安在

哪里、活塞怎样动作等等，如果不用一张图样是无法表达我们的技术思想的。

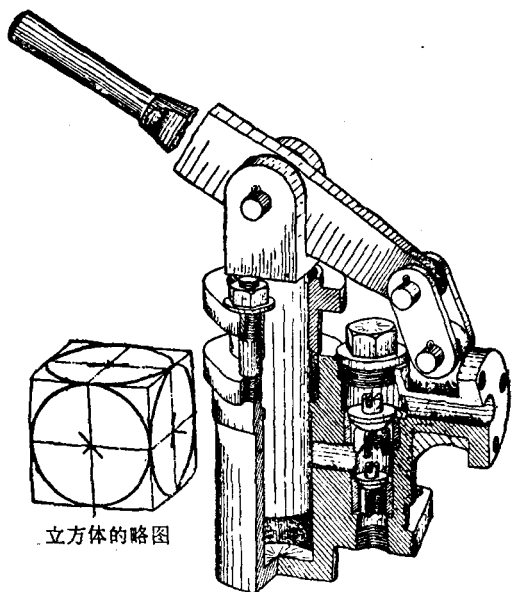


图1 柱塞泵的立体图。

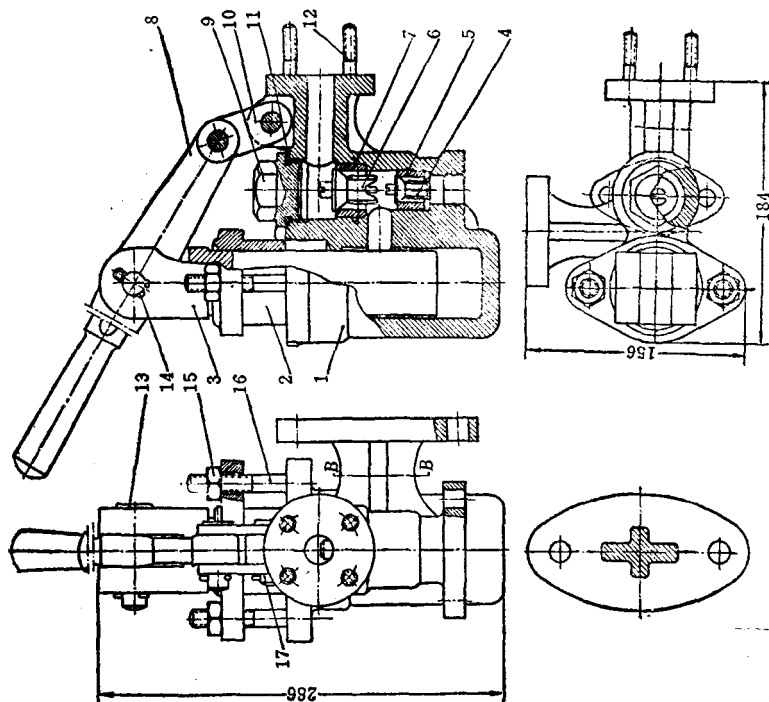


图2 用正投影法画出的柱塞泵装配图。

件号	零件名称	数量	材料	备注
17	小轴	2	铜	
16	螺母	2	铜	
15	螺母	2	铜	
14	开口销	3	铜	
13	活销	1	铜	
12	销柱	4	铜	
11	垫圈	1	石棉纸	
10	耳环	2	铜	
9	旋塞柄	1	铜	
8	手排	1	铜	
7	排水座	1	青	
6	排水座	1	青	
5	进水座	1	青	
4	进水座	1	青	
3	柱料活塞	1	青	
2	填料压盖	1	铜	
1	泵体	1	铁	

工厂名称

重量

比例

图号

共

张

制图

校对

审核

在机械制造中,最能充份地、完整地、准确地表达形体的图样,是采用正投影的方法画出来的。我們在工厂里看到的各种零件图和装配图,几乎全部都是按这种方法画出来的。图 2 是直接用正投影的方法繪制出一張柱塞泵的設計装配图。

立体图同正投影图相比較,它最大的优点就是具有立体感,使人一看就明了,因而便于表达技术思想和設計意图。如果我們能够在掌握正投影画法的基础上,进一步掌握起机械立体草图的画法,那末我們就能在技术革新中运用这个工具直观地把自己的技术思想和設計意图表达出来。

或者,当我們遇到一張比較难以看懂的零件工作图,一时不容易了解它的結構或形状,可以把零件的某些部份用立体草图画出来,这样就能帮助我們迅速了解这張工作图的内容,图 3 便是一个例子。

有时候,我們到外厂去參觀訪問,看到某一机构或零件,覺得很有参考价值,但是又来不及画下全部零件的正投影草图,这时可以很快地画出它們的立体草图,注上有关尺寸和技术条件后,就大体上得到了仿制該机构或零件所需的資料。

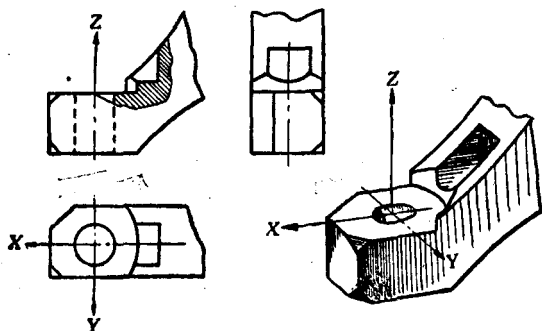


图 3 用立体图来说明图样。

总之，掌握机械立体草图的画法，对咱们机械工人是很有用处的，它虽不能代替正投影画法的地位，却能对正投影画法起一个补充的、辅助的作用。

二 立体图的轴线和基面

我们看物体的时候，从不同的方向会看出不同的形状来，例如一个立方块（见图4），从它的左上方斜着看过去，会同时看到它的正面、顶面和侧面，这样就可以看到这个立方块的全貌，按这个方向来观察物体并画出图样，就得到一幅立体图。

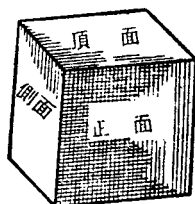


图4 从三个方向看物体。

为了研究立体图画法的一般规律，我们取了三个轴线：顶面和正面之间的棱线叫做X轴线，顶面和侧面之间的棱线叫做Y轴线，侧面和正面之间的棱线叫做Z轴线，三个轴线的会交点叫做原点O（图5a）。OZ是垂直线，OX和OY与水平线分别成为 7° 和 41° （更精确些，是 $7^\circ 10'$ 和 $41^\circ 25'$ ）。也可以把X、Y、Z轴从O点延伸出去，出现了如图5b和c所示的三个轴。

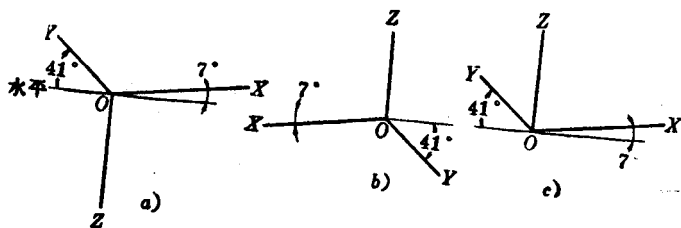


图5 轴的位置(二等轴测投影)。

采用这种轴綫位置的画法称为二等軸測投影画法，用这种画法画出来的立体图叫作二等軸測投影图。

X 軸和 Z 軸表现出物体真实的长度，物体的寬度則由 Y 軸縮短 1/2 倍表現出来。

XOZ 面和 YOZ 面分別代表物体的正面和側面，而 XOY 面則用来代表物体的頂面或底面。XOZ、YOZ、XOY 是立体图里的三个基面。

如果有一个內切于正方形的圓（图 6），把它放在三个基面上的位置，那末看起来都会成为橢圓（图 7）。

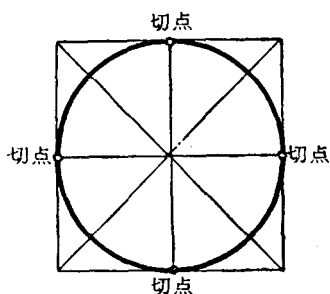


图 6 內切于正方形的圓。

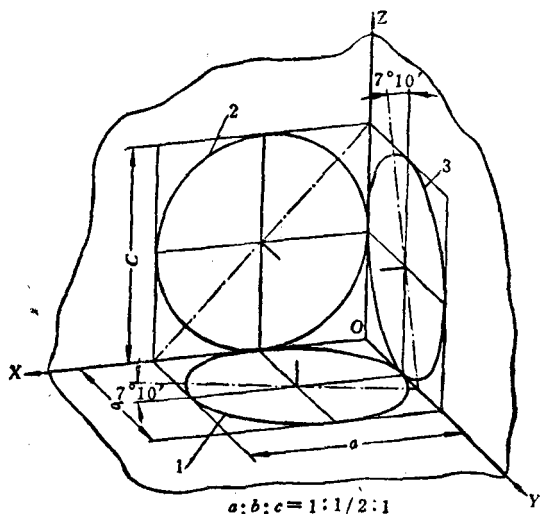


图 7 在三基面上圓的画法(二等軸測投影)。

在 XOY 面內的橢圓 1，长徑为水平綫方向（垂直于 Z 軸）；

在 XOZ 面內的橢圓 2，長徑與 Y 軸成 90° ，而在 YOZ 面內的橢圓 3，它的長徑卻與 X 軸成 90° 。

假使原來圓的直徑為 d ，那末橢圓 2 的長徑為所畫圓周直徑的 1.06 倍，而短徑與長徑之比為 9:10。橢圓 1 和 3 的長徑也都取為所畫圓周直徑的 1.06 倍，但短徑與長徑之比卻都是 1:3（橢圓 1 和 2 比較精確的作圖方法列在 [附錄] 里，參見圖 60 和圖 61）。

在畫機械立體圖的時候，除了採用上面所說的二等軸測投影画法以外，還可以採用**正面斜射二等軸測投影**（簡稱**斜二測投影**）或**等軸測投影**兩種画法。

斜二測投影的三個軸的位置如圖 8 所示。如果用這種方法畫一個立方體，那末，與 X 軸及 Z 軸同方向長度，畫的時候可以不縮短；而 Y 軸方向的長度，則要縮短 $1/2$ 倍。

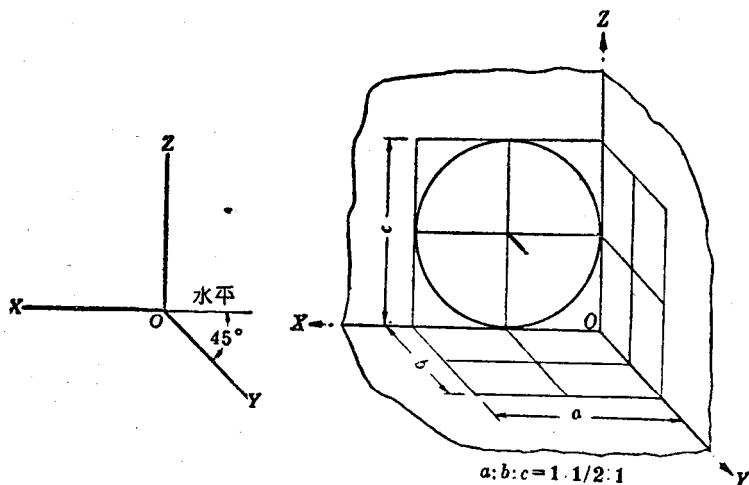


圖 8 軸的位置(斜二測投影)。

圖 9 斜二測投影的圓周画法。

這時候，如圖 6 所示的圓放在三個基面上來看，在 XOZ 面內

的圓仍然是一個正圓形（圖 9）。放在 XOY 和 YOZ 面內，就成了橢圓，它的画法與圖 7 所示的橢圓 1、3 相同，不過長軸方向與 X 軸或 Z 軸要偏斜 7° 罷了。

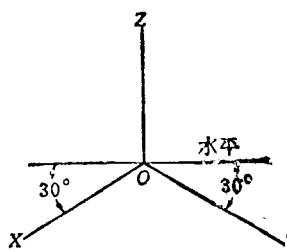


圖 10 為等軸測投影的軸的位置，

圖 10 軸的位置（等軸測投影）。

繪制等軸測投影圖的時候， X 、 Y 、 Z 三個軸方向的長度都不縮短。如果

把圓放在三個基面上來看（圖 11），都會成為橢圓。橢圓 1、2、3 的画法相同，它們的長徑放大 1.2 倍，而短徑縮短 0.7 倍。

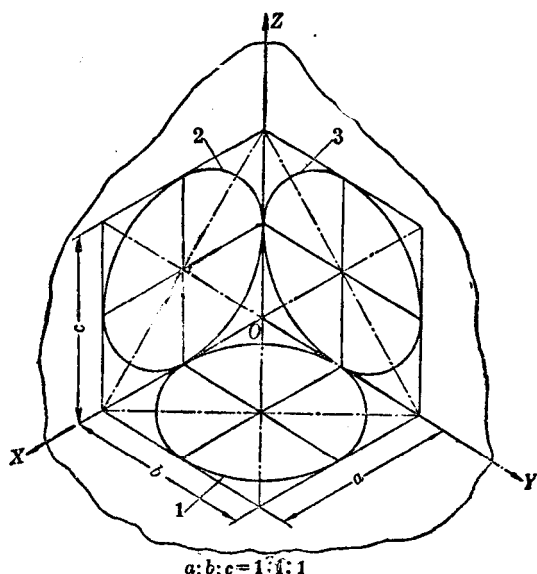


圖 11 在三基面上圓周画法（等軸測投影）。

現在我們對各種軸測投影的軸綫位置都已了解，要記住：不

管哪种軸測投影图, 只有与水平綫傾斜 41° 或 45° 的軸綫的方向上, 需要把物体的长度縮短 $1/2$ 倍, 其他軸綫的方向都可以按真实长度来画。

三 画立体草图的基本技巧

画一張像图 1 那样正正規規的立体图是很費時間的, 举一个最简单的例子来看: 比如画一根橫放着的**光軸**, 無論按哪种軸測投影, 从侧面看过去, 都成了橢圓形 (图 12), 而画一个橢圓比画一个圓要麻煩得多, 定出圓心用圓規一轉就可以画出一个圓, 可是画一个橢圓, 至少要求四个圓心, 用四段圓弧連接起来才行 (见图 60 61)。

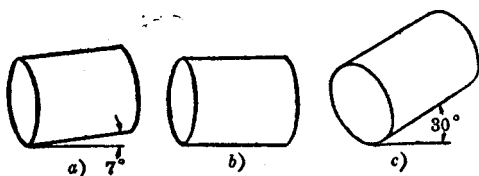


图12 光軸的立体图:
a—二等測投影图; b—斜二測投影图;
c—等軸測投影图。

咱們在机械上遇到圓形的地方实在太多了, 銷子、軸、軸套、軸瓦、搭子、沉坑等等, 举不胜举。如果都要用四心橢圓把它們画出立体图来, 那末工作量要比画正投影图大上好几倍, 所以这里不打算談正正規規的立体图的画法, 只讲立体草图的画法更实用一些。并且在这本书里, 以二等軸測投影的画法为主, 掌握了这一种, 其他两种也就可以融会貫通了。

画立体草图的时候, 除了用鉛笔和橡皮以外, 一般不用其他繪图仪器和工具来测量和画出图綫的。因此, 要画出质量較高的立体草图, 首先需要掌握一些作图的基本技巧。画立体草图的基本技

巧，必須經過反复练习后，才能逐步地掌握和灵活地运用。

1 作图过程中应注意下列各点

一、用的鉛笔要根据图紙质量可采用 HB 或 B 等較軟的鉛笔，鉛芯要削成圓錐形。

二、拿笔的时候，手指应适当离笔尖远些，以便灵活地画出不同方向的图綫。

三、必須尽量避免画出多余或过长的图綫，以保持图形的清晰。

四、立体草图全凭目测和徒手画，要注意各部分的比例关系，特别是在二等测和斜二测軸測投影中，注意到沿 Y 軸方向的长度要縮短 $1/2$ 倍。

2 练习画直綫

图 13 表示画各种不同方向直綫时的手势和手的位置。作垂直位置直綫段时，手法由上而下，作水平及傾斜位置直綫段时，手法由左向右。

练习画直綫时，手拿鉛笔略为悬空先試画几下，校正画綫手势方向，然后落笔画綫。画綫时，手腕不要过分用力，也不可紧压紙面，眼睛不要盯住笔尖，應該略向笔尖画綫方向的前面注視。如画較长綫条，可分几段来画，初学的时候，一口气画一长条綫，往往容易偏斜。所画綫段应避免断續、弯曲、歪斜、粗細不均等現象

(图 14)。然后我們照着图 15 那样，試着练习画直綫綫条。

3 练习等分綫段

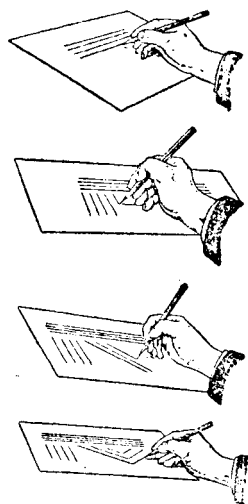


图13 画各种不同方向直綫时的手势和手的位置。

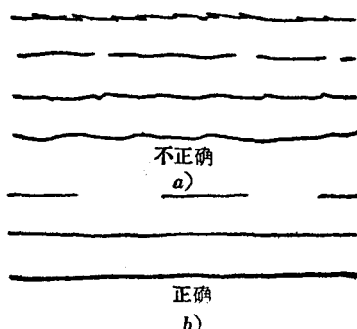


图14 练习画直线(一);
a—不正确; b—正确。

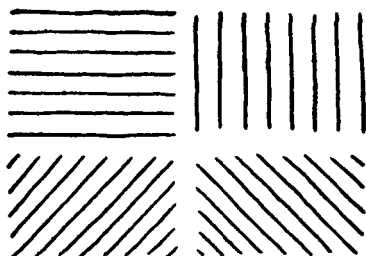


图15 练习画直线(二)。

一、把线段分成两等分及三等分——凭目测确定分点(见图16 a、d), 然后参照图17所示的方法比较一下所分成的线段是否相等, 如果不等, 就应该把分点向长的那一段挪一些。

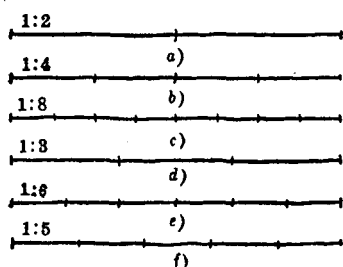


图16 练习画等分线。

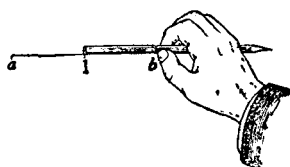


图17 用铅笔测定各线段是否相等。

二、用两等分、三等分为基础, 就可以在一直线上作四、六、八等分(参见图16 b、e、f), 以至十二、二十四……等分。

三、把线段分成五等分(图16 f)——凭目测五等分一段是比较难一些的, 需要多次练习。练习时, 先轻轻地定出分点, 然后按图17那样校验一下, 如分得不匀, 再加以修正。

4 练习画圆、椭圆和圆弧

一、画圆弧的方法是先定出中心，再依据所作圆弧的大小(R)定出圆弧上的若干点，这些点同中心约成等距(R)，通过这些点画成圆弧(图18)。

二、在已知圆的直径或椭圆的长、短径的条件下，画圆和椭圆的方法和步骤如图19a和b所示。

三、画圆、椭圆或圆弧的时候，可先轻轻构成轮廓，并加以修正后再进行加深描粗。在画圆、椭圆或圆弧时，要注意圆滑度，避免产生弯折或断续现象。

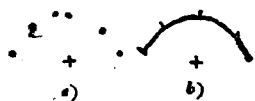


图18 画圆弧的方法。

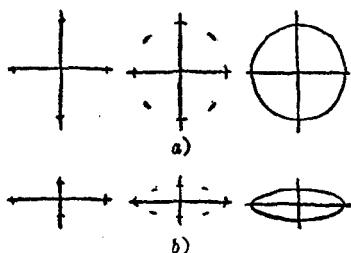


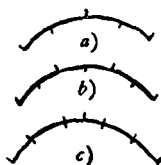
图19 画圆和椭圆的方法：

a—画圆；b—画椭圆。

5 练习等分圆弧

一、等分圆弧的画法，基本上与等分直线段类似(图20a、b)，必要时可先等分弦长。

二、五等分圆弧时，可先两等分已知弧，再凭目测各把半份分成两份半(图20c)。



6 练习画常用角度

一、 90° 角(图21a)——引一条水平线和一条垂直线，结果就得到了两个相邻的直角。

二、 30° 角(图21b)——由已知点a引水平线，然后徒手凭

图20 等分圆弧的画法。

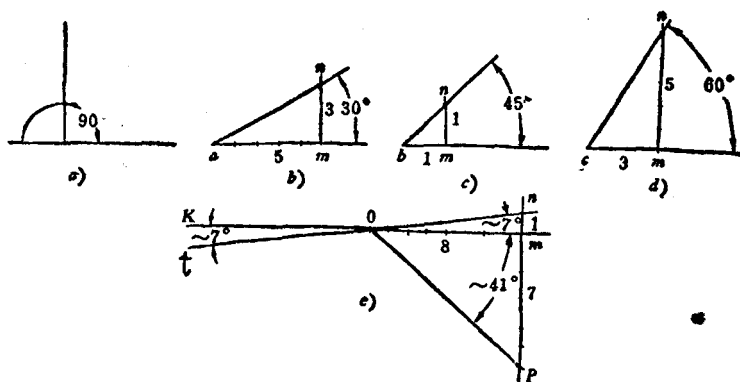


图21 练习画常用角度:

$a-90^\circ$ 角; $b-30^\circ$ 角; $c-45^\circ$ 角; $d-60^\circ$ 角; $e-7^\circ$ 和 41° 角。

目测在它上面截取任意五个等分, 得 m 点, 由 m 作垂线, 在垂线上截取同样的等分三个, 得 n 点, 连接 an , 即得近似于 30° 的角。

三、 45° 角 (图21 c)——由已知点 b 引水平线, 并在它上面截取任意一个长度, 得点 m , 由 m 作垂线, 在垂线上截取同样的一个长度, 得点 n , 连接 bn , 即得近似于 45° 的角。

四、 60° 角 (图21 d)——参考作 30° 角的方法, 可作出 60° 角。

五、 7° 和 41° 角 (图21 e)——由已知点 O 引水平线, 并在 O 点的右边截取任意八个等分, 得点 m , 经点 m 引垂线, 在垂线上向上截取同样的等分一个, 向下截取七个, 得点 n 和 P , 连接 no 和 PO , 角 nom (或角 KOI) 就近似于 7° , 角 Pom 近似于 41° 。

7 练习等分角度

等分角度, 可先以角顶为中心, 添作 图22 等分角度的画法。辅助圆弧 (图22), 然后利用等分圆弧的方法作出 (近似地)。



8 练习画轴测投影轴

一、二等轴测投影轴——我們知道二等轴测投影轴的Z轴是垂直的，X轴和Y轴与水平线分别成为 7° 和 41° ，因此可以按图21c的方法来画投影轴。此外，也可以按下述方法来作投影轴：

1. 从原点O开始作一直角，以O点为圆心徒手画一辅助半圆，凭目测把半圆六等分（图23a）；
2. 再把 ab 弧分成 $a-1$ 、 $1-2$ 、 $2-b$ 三等分，并把 de 弧分成 $d-3$ 、 $3-4$ 、 $4-5$ 、 $5-e$ 四等分（图23b）；
3. 连接O-5即得出X轴，连接O-1就得出Y轴（图23c）。

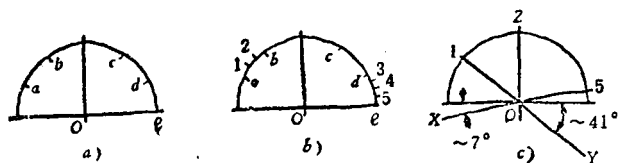


图23 二等轴测投影轴的画法。

二、斜二测投影轴——参照图21c的方法画出。

三、等轴测投影轴——除了可以按图21b的方法来画，也可以参照图24所示的步骤来画。

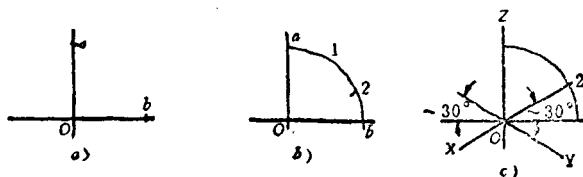


图24 等轴测投影轴的画法。

9 练习画方柱体的立体草图

設方柱体的边长 $a = b = 10$ 毫米，高 $h = 24$ 毫米。

一、画方柱体竖放时的立体草图。

1. 先按图21 e 或图23的方法作出投影轴(图25 a)。二等轴测的投影轴可以画成图5 a、b、c的三种位置,任何一种位置都可以,现在假设取为图5 a 的位置;

2. 凭目测在 OX 轴上截取 $OA = a = 10$ 毫米, 在 OY 轴上截取 $OB = \frac{b}{2} = 5$ 毫米(图 25 b);

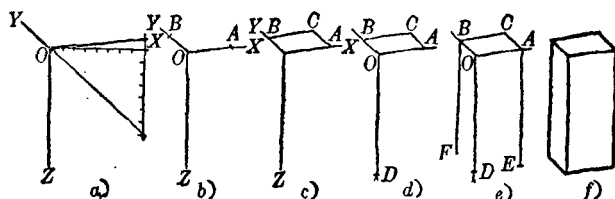


图25 方柱体竖放时立体草图的画法。

3. 过 A 、 B 两点徒手画平行于 OY 和 OX 的线段, 两条平行线相交于 C 点(图25 c);

4. 在 OZ 轴上, 凭目测截取 $OD = h = 24$ 毫米(图 25 d);

5. 过 A 、 B 两点徒手画垂线 AE 、 BF , 这两条垂线的长度都与 OD 相等(图 25 e);

6. 连接 DE 、 DF ; 并加深描粗轮廓线(图25 f)。

二、画方柱体横放时的立体草图。

1. 设取图 5 b 所示的投影轴位置

(图 26 a);

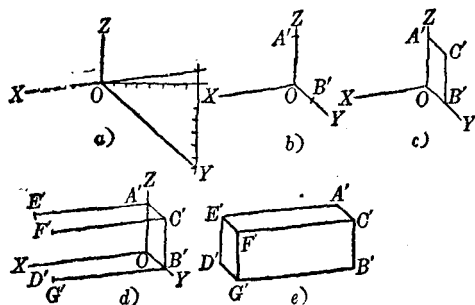


图26 方柱体横放时立体草图的画法。

2. 在 OZ 轴上取 $OA' = a = 10$ 毫米, 在 OY 轴上取 $OB' = \frac{b}{2}$ 。